

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-188150

(43)Date of publication of application : 10.07.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
G02B 6/122

(21)Application number : 2000-000005

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.01.2000

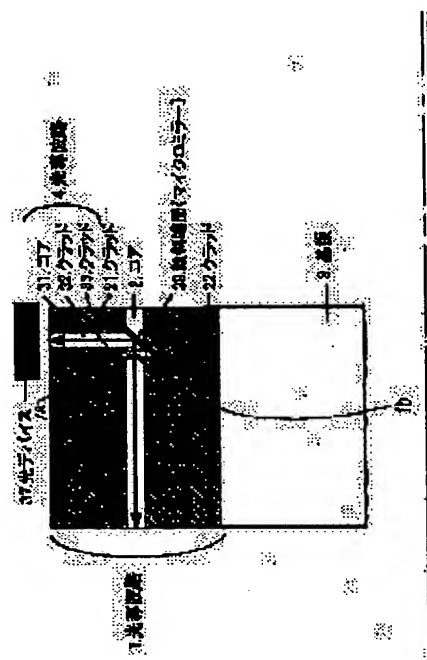
(72)Inventor : SATO TAKAHIRO

## (54) OPTICAL COUPLER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To connect an optical waveguide and an optical component easily with low connecting loss and with superior reproducibility.

**SOLUTION:** An optical coupler is a device for optically connecting an optical waveguide 1, which is formed on a baseboard 3, to an optical component 37 with an angle formed with respect to the baseboard 3. The optical waveguide 1 is provided with a hole 1a with an angle formed with respect to the baseboard 3, while an optical waveguide unit 4 is installed attachably and detachably inside the hole 1a. The optical waveguide unit 4 is formed for the purpose of optically connecting to the optical component 37 at one end, and is provided with at least one slant face 38 for converting an optical path at the other end. The optical waveguide unit 4 is inserted into the hole 1a, takes a prescribed position with the slant face 38 or its proximity coming into contact with the bottom of the hole 1a, and connects optically to the optical waveguide 1 through the slant face 38.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-188150

(P2001-188150A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマト\* (参考)

G 0 2 B 6/42  
6/122

G 0 2 B 6/42  
6/12

2 H 0 3 7  
B 2 H 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-5(P2000-5)

(22) 出願日 平成12年1月4日 (2000.1.4)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 佐藤 崇広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086483

弁理士 加藤 一男

Fターム(参考) 2H037 BA02 BA11 BA21 CA36 CA38

CA39 DA03 DA06

2H047 KA04 KB03 KB09 LA09 MA07

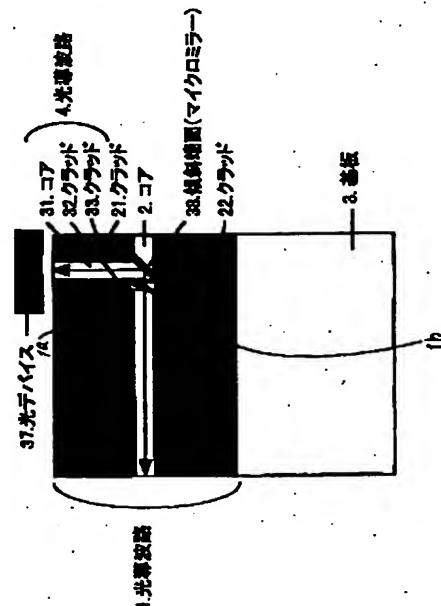
TA32

(54) 【発明の名称】 光結合器

(57) 【要約】

【課題】 光導波路と光学部品とを低接続損失にて簡便に再現性良く接続することである。

【解決手段】 光結合器は、基板3上に形成された光導波路1と、基板3に対して角度を成して光学部品37とを光学的に結合する光結合器である。光導波路1に、基板3に対して角度を成して穴1aが設けられており、穴1a内には抜き差し可能に光導波路ユニット4が設けられている。光導波路ユニット4は、一端では光学部品37と光学的に結合するべく形成され、他端には光路変換用の少なくとも1つの斜面38を有する。光導波路ユニット4は、穴1a内に挿入されて斜面38或はその近傍部分が穴1aの底面と接触して所定の位置を取り、光導波路1に斜面38を介して光学的に結合する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】平面状の基板上に形成された基板に平行に光を導波する第一の光導波路と、前記基板に対して角度を成して光を発光又は受光する光学部品とを光学的に結合する光結合器であって、前記第一の光導波路に、基板に対して角度を成す柱状であって適当に形成された底面を有する穴が設けられており、該穴内には抜き差し可能に第二の光導波路ユニットが設けられており、該第二の光導波路ユニットは、一端では前記光学部品と光学的に結合するべく形成され、他端には光路変換用の少なくとも1つの斜面を有し、前記穴内に挿入されたときに該斜面或はその近傍部分が該穴の適当形状の底面と接触して所定の位置を取り、該第一の光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合する様に形状決めされていることを特徴とする光結合器。

【請求項2】前記第二の光導波路ユニットの他端は複数の斜面を持つ多角錐状に形成されている請求項1記載の光結合器。

【請求項3】前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた複数の斜面を持つ多角錐状に形成されている請求項2記載の光結合器。

【請求項4】前記第一の光導波路は交差部を有して複数形成され、前記穴は該交差部に形成されている請求項2又は3記載の光結合器。

【請求項5】前記第一の光導波路は前記第二の光導波路ユニットの他端の多角錐の各斜面に対応して前記交差部から伸びる様に形成されている請求項4記載の光結合器。

【請求項6】前記第二の光導波路ユニットの他端は単数の斜面を持つ形状に形成されている請求項1記載の光結合器。

【請求項7】前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた単数の斜面を持つ形状に形成されている請求項6記載の光結合器。

【請求項8】前記第二の光導波路ユニットの他端は2つの斜面を持つ溝状に形成されている請求項1記載の光結合器。

【請求項9】前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた2つの斜面を持つ山形状に形成されている請求項8記載の光結合器。

【請求項10】前記第一の光導波路に作製された穴の底面は平面状に形成されている請求項2、6又は8記載の光結合器。

【請求項11】前記第二の光導波路ユニットの他端の斜面には高反射率のミラーが形成されている請求項1乃至10の何れかに記載の光結合器。

【請求項12】前記高反射率のミラーは金属または合金

2

を蒸着またはメッキすることによって形成されている請求項11記載の光結合器。

【請求項13】前記第二の光導波路ユニットの他端の斜面は、前記穴内に挿入されて前記所定の位置を取ったときに前記平面状基板に対して45°の角度を成す様に形成されている請求項1乃至12の何れかに記載の光結合器。

【請求項14】前記第一の光導波路に形成された穴の底面の形状と前記第二の光導波路ユニットの他端の形状は、互いに合わさって接触することによって、互いの光導波路がセルフアライメントによって光学的に結合する様に形状決めされている請求項1、3、7、9、及び11乃至13の何れかに記載の光結合器。

【請求項15】前記第二の光導波路ユニットの一端には前記光学部品が物理的接触によって光学的に結合している請求項1乃至14の何れかに記載の光結合器。

【請求項16】前記光学部品と前記第二の光導波路ユニットはレンズなどの光学素子を介して光学的に結合している請求項15記載の光結合器。

【請求項17】前記第一の光導波路には、前記基板に垂直に穴が設けられており、前記光学部品は、該基板に対して垂直に光を発光又は受光する請求項15又は16記載の光結合器。

【請求項18】前記光学部品は、前記基板に対して垂直に光を発光する光デバイスである垂直共振器型面発光レーザである請求項17記載の光結合器。

【請求項19】前記光学部品は、前記基板に対して垂直に光を受光する光デバイスであるフォトダイオードである請求項17記載の光結合器。

【請求項20】前記第一の光導波路と前記第二の光導波路ユニットは、夫々、複数の光導波路がアレイ状になっている請求項1乃至19の何れかに記載の光結合器。

【請求項21】前記アレイ状の第一の光導波路の複数の光導波路は同一平面上に形成されている請求項20記載の光結合器。

【請求項22】前記アレイ状の第一の光導波路の複数の光導波路は異なる平面上に形成されている請求項20記載の光結合器。

【請求項23】前記アレイ状の第二の光導波路ユニットの複数の光導波路は、前記第一の光導波路の複数の光導波路の異なる平面レベルに応じて異なる長さ伸びて底面を形成している請求項22記載の光結合器。

【請求項24】前記光学部品は、前記アレイ状の第二の光導波路ユニットの複数の光導波路に対応して、アレイ状になっている請求項20乃至23の何れかに記載の光結合器。

【請求項25】前記第二の光導波路ユニットと前記光学部品は一体となって光電子チップを構成している請求項1乃至24の何れかに記載の光結合器。

【請求項26】前記第一の光導波路ユニットの前記穴の

(3)

3

近傍には、前記光学部品を含む光電子チップを固定する為の固定手段が設けられている請求項1乃至25の何れかに記載の光結合器。

【請求項27】平面状の基板上に形成された基板に平行に光を導波する光導波路を有し、該光導波路と前記基板に対して角度を成して光を発光又は受光する光学部品とを光学的に結合する為の光導波路ユニットが抜き差し可能に挿入される為に、基板に対して角度を成す柱状であって適当に形成された底面を有する穴が前記光導波路に設けられており、それにより、一端では前記光学部品と光学的に結合するべく形成され他端には光路変換用の少なくとも1つの斜面を有する前記光導波路ユニットが前記穴内に挿入されるときに、該斜面或はその近傍部分が該穴の適当形状の底面と接触して該光導波路ユニットが所定の位置を取り、前記光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合することを特徴とする光導波路基板。

【請求項28】請求項27記載の光導波路基板の前記穴内に抜き差し可能に設けられる光導波路ユニットであって、一端は、前記基板に対して角度を成して光を発光又は受光する光学部品と光学的に結合し、他端は、光路変換用の少なくとも1つの斜面を有し、前記穴内に挿入されるときに該斜面或はその近傍部分が前記穴の適当形状の底面と接触して所定の位置を取り、前記光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合する様に形状決めされていることを特徴とする光導波路ユニット。

【請求項29】請求項28記載の光導波路ユニットと前記光学部品が一体となって光電子チップを構成していることを特徴とする光導波路付き光電子チップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に作製された光導波路と基板に対して垂直に受発光する光デバイス等とを光学的に接続する光結合器、それを構成する光導波路構造などに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光インターコネクションが盛んになるにいたが、基板上に設けられた光導波路とレーザダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスとの光接続が重要な課題となってきた。従来は、基板上に設けられた光導波路とレーザやフォトディテクタなどの受発光を行う光デバイスとを結合するのに、光導波路の端面に前記光デバイスを水平方向から直接物理的に接触させたり、または間にレンズなどの光学素子を介入させることで、両者を光学的に接続していた。

【0003】或は、基板に対して垂直に受発光する光デバイスと基板に設けられた光導波路を結合するのに、例えば、特開平10-300961号公報に開示された光路変換素子の様に、基板に設けられた光導波路に45°ミラーを設けて光路を基板に対し垂直に曲げ、前記光デ

4

バイスを前記光路にアライメントさせたり或は間にレンズなどの光学素子を介入させることで、両者の光学的な接続を得る方法が採られてきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では受発光を行う光デバイスと光導波路間の結合効率を最大にするために、光デバイスと光導波路とを精度良く位置合わせする必要があった。そのため繰り返し脱着を行うのは難しい。また、構造上、端面にて受発光するタイプの光デバイスには適用し易いが、面発光レーザなどの端面以外にて受発光するタイプの光デバイスとの接続には適用し難いという問題もある。

【0005】また前記特開平10-300961の場合であると、受発光を行う光デバイスと光導波路との結合間に空気が介在してしまうために、光の発散により接続損失が少なからず発生してしまう。

【0006】本出願に係る発明の目的は、(1)基板上に形成された光導波路とレーザダイオード、フォトダイオードなどの光デバイス、他の光導波路等の光学部品とを低接続損失にて簡便に接続する為の光結合器、光導波路基板、光導波路ユニット、光導波路付き光電子チップを提供すること、(2)光学的アライメントを再現性良く繰り返し容易に行う為の光結合器、光導波路基板、光導波路ユニット、光導波路付き光電子チップを提供すること、(3)高密度実装を可能にする為の光結合器、光導波路基板、光導波路ユニット、光導波路付き光電子チップを提供すること、(4)光導波路、受発光を行う光デバイス等をアレイにて使用することで高速情報通信などにも適用できる光結合器、光導波路基板、光導波路ユニット、光導波路付き光電子チップを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する為の本発明の光結合器は、平面状の基板上に形成された基板に平行に光を導波する第一の光導波路と、前記基板に対して角度を成して(典型的には、垂直に)光を発光又は受光する光学部品とを光学的に結合する光結合器であって、前記第一の光導波路に、基板に対して角度を成す柱状であって適当に形成された底面を有する穴が設けられており、該穴内には抜き差し可能に第二の光導波路ユニットが設けられており、該第二の光導波路ユニットは、一端では前記光学部品と光学的に結合するべく形成され、他端には光路変換用の少なくとも1つの斜面を有し、前記穴内に挿入されるときに該斜面或はその近傍部分が該穴の適当形状の底面と接触して所定の位置を取り、該第一の光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合する様に形状決めされていることを特徴とする。

【0008】この基本構成においては、前記第二の光導波路ユニットを前記穴に抜き差しして前記斜面を介して

10

20

30

40

50

(4)

5

該ユニットの一端に結合された前記光学部品と前記第一の光導波路とを光学的に接続するので、低接続損失で

(特に、前記斜面に高反射ミラーが形成され、前記穴の壁面や前記第二の光導波路ユニットの外表面が充分滑らかに形成されている場合には、更に)、簡便に、再現性良く、繰り返して光結合できる。

【0009】以上の基本構成に基づいて以下の様な態様が可能である。前記第二の光導波路ユニットの他端は複数の斜面を持つ多角錐状に形成され得る。この場合、前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた複数の斜面を持つ多角錐状や平面状に形成され得る。前者では、作製が若干面倒になるが、形状が互いに合わさって接触することで、互いの光導波路がセルフアライメントで光結合できる。後者の平面状の場合でも、穴の断面が角形であれば充分安定的に互いの光導波路をアライメントできる。

【0010】更に、この場合、前記第一の光導波路は交差部を有して複数形成され、前記穴は該交差部に形成されている形態を取り得る。そして、前記第一の光導波路は前記第二の光導波路ユニットの他端の多角錐の各斜面に対応して前記交差部から伸びる様に形成され得る。こうして、多対1の光導波路の光結合、1対多の光導波路の分岐が可能となる。

【0011】前記第二の光導波路ユニットの他端は単数の斜面を持つ形状に形成され得る。この場合、前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた単数の斜面を持つ形状や平面状に形成され得る。前者では、作製が若干面倒になるが、形状が互いに合わさって接触することで、互いの光導波路がセルフアライメントで光結合できる。後者の平面状の場合でも、穴の断面が角形であれば充分安定的に互いの光導波路をアライメントできる。

【0012】前記第二の光導波路ユニットの他端は2つの斜面を持つ溝状に形成され得る。この場合、前記第一の光導波路に作製された穴の底面は、前記第二の光導波路ユニットの他端の形状に応じた2つの斜面を持つ山型状や平面状に形成され得る。前者では、作製が若干面倒になるが、形状が互いに合わさって接触することで、互いの光導波路がセルフアライメントで光結合できる。後者の平面状の場合でも、穴の断面が角形であれば充分安定的に互いの光導波路をアライメントできる。

【0013】前記第二の光導波路ユニットの他端の斜面には高反射率のミラーが形成され得る。こうすれば、既述した様に、更に高効率の光結合を達成できる。この高反射率のミラーは金属または合金を蒸着またはメッキすることによって形成され得る。この高反射率のミラーは、同目的の為に、前記第一の光導波路に作製された穴の底面の斜面にも形成し得るが、これは、前記第二の光導波路ユニットの他端の斜面に形成するよりは面倒である。

6

【0014】前記第二の光導波路ユニットの他端の斜面は、前記穴内に挿入されて前記所定の位置を取ったときに前記平面状基板に対して45°の角度を成す様に形成され得る。この形態は、前記第一の光導波路と第二の光導波路ユニットを直角を成す光路変換でもって低接続損失で光結合する場合に、典型的に採られる形態である。

【0015】前記第一の光導波路に形成された穴の底面の形状と前記第二の光導波路ユニットの他端の形状は、好ましくは、互いに合わさって接触することによって、互いの光導波路がセルフアライメントによって光学的に結合する様に形状決めされている。

【0016】前記第二の光導波路ユニットの一端には前記光学部品が物理的接触によって光学的に結合し得る。これにより、更なる低接続損失の光結合が達成できる。前記光学部品と前記第二の光導波路ユニットはレンズ(特に、薄膜のマイクロレンズ)などの光学素子を介して光学的に結合し得る。

【0017】前記第一の光導波路には、前記基板に垂直に穴が設けられており、前記光学部品は、該基板に対して垂直に光を発光又は受光する形態を採り得る。これらの光学部品には、前記基板に対して垂直に光を発光する光デバイスである垂直共振器型面発光レーザや、前記基板に対して垂直に光を受光する光デバイスであるフォトダイオードなどがある。

【0018】前記第一の光導波路と前記第二の光導波路ユニットは、夫々、複数の光導波路がアレイ状になっている形態を採り得る。この場合、前記アレイ状の第一の光導波路の複数の光導波路は同一平面上に形成されたり、異なる平面上に形成されたりする。後者の場合、前記アレイ状の第二の光導波路ユニットの複数の光導波路は、前記第一の光導波路の複数の光導波路の異なる平面レベルに応じて異なる長さ伸びて底面を形成している形態を採り得る。また、この場合、前記光学部品は、前記アレイ状の第二の光導波路ユニットの複数の光導波路に対応して、アレイ状になっている形態を採り得る。これらの形態により、高密度実装や高速情報通信が可能となる。

【0019】前記第二の光導波路ユニットと前記光学部品は一体となって光電子チップを構成し得る。こうすれば、前記第一の光導波路の穴の所に光電子チップを差し込むのみで簡単に光電子回路を構成できる。

【0020】前記第一の光導波路ユニットの前記穴の近傍に、前記光学部品を含む光電子チップを固定する為の固定手段が設けられていれば、光学部品を、対応する前記第二の光導波路ユニットの端部に容易且つ確実に設置できる。

【0021】また、上記目的を達成する為の本発明の光導波路基板は、平面状の基板上に形成された基板に平行に光を導波する光導波路を有し、該光導波路と前記基板に対して角度を成して光を発光又は受光する光学部品と

(5)

7

を光学的に結合する為の光導波路ユニットが抜き差し可能に挿入される為、基板に対して角度を成す柱状であって適当に形成された底面を有する穴が前記光導波路に設けられており、それにより、一端では前記光学部品と光学的に結合するべく形成され他端には光路変換用の少なくとも1つの斜面を有する前記光導波路ユニットが前記穴内に挿入されるときに、該斜面或はその近傍部分が該穴の適当形状の底面と接触して該光導波路ユニットが所定の位置を取り、前記光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合することを特徴とする。これについても、上記した様な、より具体的な形態を採り得る。

【0022】また、上記目的を達成する為の本発明の光導波路ユニットは、上記した光導波路基板の前記穴内に抜き差し可能に設けられる光導波路ユニットであって、一端は、前記基板に対して角度を成して光を発光又は受光する光学部品と光学的に結合し、他端は、光路変換用の少なくとも1つの斜面を有し、前記穴内に挿入されるときに該斜面或はその近傍部分が前記穴の適当形状の底面と接触して所定の位置を取り、前記光導波路に該斜面を介して光路変換して光学的に結合する様に形状決めされていることを特徴とする。これについても、上記した様な、より具体的な形態を採り得る。

【0023】また、上記目的を達成する為の本発明の光導波路付き光電子チップは、上記した光導波路ユニットと前記光学部品が一体となって光電子チップを構成していることを特徴とする。これにより、上記した光導波路基板と結合して、光電子回路を簡単且つ確実に構成することができる。

【0024】

【作用】本発明によれば、基板上に作製された第一の光導波路と前記基板に対して角度を成して（典型的には、垂直に）受発光する光デバイス等を、特別な光学的アライメントや高精度保持治具などを必要とせずに、再現性良く、繰り返し、低接続損失にて結合できる。また、高密度実装における基板上の光導波路と光デバイス等の光学部品との光結合にも対応でき、高速情報通信などにも適用できる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態を図面を参照しながら詳しく説明する。

【0026】（実施例1）本発明の実施例1を図1に基づき詳しく説明する。光導波路の光軸を含む面での断面図である図1において、光導波路1は、基板3上に形成されたクラッド22の上に、光軸に垂直な断面が矩形状のコア2を設け、そのコア2表面全体をクラッド21で覆った構造になっており、コア2の屈折率はクラッド21、22の屈折率よりも大きくなるよう設定されている。コア2とクラッド21、22の材料としては、GPSガラス、SiO<sub>2</sub>、ポリイミド、PMMAなどのガラス系やポリマー系の材料を用いるが、これに限ったもの

8

ではない。コア2の断面サイズは数10μm程度となっている。

【0027】基板3上に作製された光導波路1には、光導波路ユニット4の端部に整合する様な形の穴1aが掘られており、光導波路ユニット4がセルフアライメントにて容易に再現性良く繰り返し光導波路1に光結合できる様になっている。上記穴1aは、エッチング、物理的切削、レーザ照射によって作製するが、方法はこれに限ったものではない。

10 【0028】また、光導波路1に掘られた穴1aの平面状基板3に対して垂直な壁面1bは高接続効率を得るために、ダイヤモンドペーストによって物理的に鏡面研磨されているが、研磨方法はこれに限ったものではない。基板3には半導体基板、ガラス基板、電気配線基板などを用いることができるが、これに限ったものではない。

20 【0029】光結合器の役割を果たす光導波路ユニット4において、コア31の断面は矩形、円など様々な形が考えられるが、光導波路1のコア2との接続効率が最も良くなる形にする。コア31の屈折率はクラッド32、33よりも大きくなる様に材料を選択する。コア31とクラッド32、33の材料としても、GPSガラス、SiO<sub>2</sub>、ポリイミド、PMMAなどのガラス系やポリマー系の材料を用いたが、材料はこれに限ったものではない。コア31のサイズないし径は光導波路1のコア2と同様に数10μmとなっている。本実施例では、光導波路1のコア2を矩形としたので光導波路2のコア31も同形状の矩形とすると、両者の光結合の効率が良くなる。

30 【0030】光導波路ユニット4の光導波路1に接続する側の端部には、光路変換用のマイクロミラーを備えた傾斜端面38がダイヤモンドカッタによる物理的切削やエッチングなどの方法で作製されている。また、傾斜端面38は導波方向（光軸）に対して45°の角度を有しており、最も結合効率良く光導波路1と接続できる様に設計される。傾斜端面38に備えられるマイクロミラーには、例えば、真空蒸着や無電解メッキによって作製された高反射率の金属膜（Ag、Al、Ptなど）や多層膜ミラーなどを用いることができるが、作製方法はこれに限ったものではない。

40 【0031】光導波路1に設けられた垂直な穴1aの形状は、光導波路ユニット4の外形状に対応するものである。光導波路ユニット4が着脱可能に安定的且つ確実に光導波路1と結合できる。例えば、光導波路ユニット4の外形が四角柱の一端面を45度斜面としたものであれば、穴1aもそうした形状にするのがよい。しかし、光導波路ユニット4を確実に所定の位置に位置決めできるのであれば、穴1aは45度傾斜端面を形成しない四角柱状である様にもできる。穴1aの深さは、光導波路ユニット4を穴1aに収めたときに、光導波路1の  
50 コア2の延長部と光導波路ユニット4のコア31が傾斜



(6)

9

端面38上でほぼ全面的に重なる様に設定するのがよい。また、光導波路ユニット4については、光導波路1のクラッド21にコア31のクラッド役を担わせることができれば、クラッド32、33をなくすこともできる。この場合、穴1aの壁面は充分滑らかにしておく必要がある。

【0032】受発光を行う光デバイス37と光導波路ユニット4は、物理的接触やレンズなどの光学素子を利用して光学的にカップリングすることができる。この光デバイス37と光導波路ユニット4の接続は、光導波路1と光導波路ユニット4を接続する前に行ってもよいし、光導波路1と光導波路ユニット4を接続した後に行ってもよい。

【0033】発光を行う光デバイス37としては、GaAs系の垂直共振器型面発光レーザが用いられる。これは、例えば、波長0.85 $\mu$ m、注入電流5mA時の出力が10mwのものである。この垂直共振器型面発光レーザは、上下20層ずつのAlGaAs/AlAsからなる多層膜ミラーを備えており、活性層はGaAsの3重量子井戸(3QW)構造となっている。垂直共振器型面発光レーザのビームは狭い出射角を有しているために、特にレンズなどの光学部品を利用しなくとも高効率で光導波路ユニット4に光学的に接続できる。受光を行う光デバイス37としては、Si系のフォトディテクタなどがある。これ以外にも、受発光を行う光デバイスとして、端面発光型レーザやスマートピクセルなどを用いることができるが、これに限ったものではない。

【0034】(実施例2)本発明の実施例2を図2に基づき詳しく説明する。図2の断面図において、光導波路1は、基板3上に形成されたクラッド22の上に断面が矩形状のコア2を設け、そのコア2表面全体をクラッド21で覆った構造になっており、コア2の屈折率はクラッド21、22よりも大きくなるよう設定されている。コア2とクラッド21、22の材料としては、GPSガラス、SiO<sub>2</sub>、ポリイミド、PMMAなどのガラス系やポリマー系の材料を用いるが、これに限ったものではない。コア2のサイズは数10 $\mu$ m程度となっている。これらは実施例1と同じである。

【0035】作製された光導波路1には、先が二又に分かれた光導波路ユニット5の端部に整合する様な形の山型凸部を底部に持つ穴1cが掘られており、光導波路ユニット5がセルフアライメントにて容易に再現性良く繰り返し結合できる様になっている。穴1cの底部の山型凸部はなくても、光導波路ユニット5は穴1c内に挿入されて安定的に位置決めされ得る。上記穴1cはエッチング、物理的切削、レーザ照射によって作製するが、方法はこれに限ったものではない。また、光導波路1に掘られた穴1cの基板3に対して垂直な壁面は高接続効率を得るために、ダイヤモンドペーストによって物理的に鏡面研磨されているが、研磨方法はこれに限ったもので

10

はない。基板3には、半導体基板、ガラス基板、電気配線基板などを用いることができるが、これに限ったものではない。

【0036】光結合器の役割を果たす光導波路ユニット5において、コア34の断面は矩形、円など様々な形が考えられるが、光導波路1に設けられた垂直な穴1cの底面に作製された斜面または突起でのコア2の延長部との接続効率が最も良くなる形にする。コア34の屈折率はクラッド35、36よりも大きくなる様に材料を選択する。コア34とクラッド35、36の材料としては、GPSガラス、SiO<sub>2</sub>、ポリイミド、PMMAなどのガラス系やポリマー系の材料を用いたが、材料はこれに限ったものではない。上記接続効率の向上の為に、左右方向に延びるコア2と結合する先が二又に分かれたコア34のサイズないし径は、光導波路1のコア2の2倍程度となっている。

【0037】光導波路ユニット5の光導波路1に接続する側の二又端部には、光路変換用のマイクロミラーを備えた2つの傾斜端面39がダイヤモンドカットによる物理的切削やエッチングなどの方法で作製されている。傾斜端面39は導波方向に対して45°の角度を有しており、最も結合効率良く光導波路1と接続できる様に設計される。傾斜端面39に備えられるマイクロミラーについても、実施例1で述べた通りである。

【0038】また、穴1cの深さ、クラッド35、36の省略可能性についても、実施例1で述べた通りである。受発光を行う光デバイス37についても、実施例1で述べた通りである。

【0039】(実施例3)本発明の実施例3を、構造の断面と平面を示す図3に基づき詳しく説明する。図3において、光導波路1は、基板3上に形成されたクラッド22の上に断面が矩形状のコア2を設け、そのコア2表面全体をクラッド21で覆った構造になっており、コア2の屈折率はクラッド21、22よりも大きくなるよう設定されている。光導波路1は、図3(b)に示す様に、交差部を有して十字型に形成されている。コア2とクラッド21、22の材料については、上記実施例で述べた通りである。

【0040】コア2のサイズは数10 $\mu$ m程度となっている。作製された光導波路1には光導波路ユニット6の端部に整合する様な形の穴1dが掘られており、光導波路ユニット6がセルフアライメントにて容易に再現性良く繰り返し結合できる様になっている。図3の例では、光導波路ユニット6の先端部の傾斜端面40を持つ四角錐状凹部は材料で埋められて光導波路ユニット6は四角柱状の外形を持つので、穴1dもこれに対応した四角柱状である。しかし、光導波路ユニット6の先端部の四角錐状凹部はそのまま、四角錐状凸部が穴1dの底部に形成されてあってもよい。或は、光導波路ユニット6の先端部の四角錐状凹部はそのまま、穴1dが四角柱状



(7)

11

であっても、光導波路ユニット6は穴1d内に安定的に挿入され得る。

【0041】上記穴1dはエッチング、物理的切削、レーザー照射によって作製するが、方法はこれに限ったものではない。また、光導波路1に掘られた穴1dの基板3に対して垂直な壁面は高接続効率を得るために、ダイヤモンドペーストによって物理的に鏡面研磨されているが、研磨方法はこれに限ったものではない。基板3には、半導体基板、ガラス基板、電気配線基板などを用いることができるが、これに限ったものではない。

【0042】また光導波路ユニット6のコア51の断面は正方形となっているが、これに限ったものではない。コア51の屈折率はクラッド52よりも大きくなっている。コア51とクラッド52の材料についても、上記実施例で述べた通りである。

【0043】コア51のサイズは光導波路1と同程度のものとなっている。光導波路ユニット6の光導波路1と接続する側の端部には光路変換用のマイクロミラーを備えた傾斜端面40がダイヤモンドカットによる物理的切削やエッチングなどの方法で作製されており、この傾斜端面は45°の角度を有し光導波路1と光導波路ユニット6が最も結合効率良く接続される様に設計される。傾斜端面40に備えられるマイクロミラーについても、実施例1で述べた通りである。

【0044】図3の例では、傾斜端面40は正四角錐状の穴を形成しているが、1つの光路をn方向に分岐またはn方向の光路を1つに束ねたいときは、図3においての四角錐状の穴をn角錐状の穴にしたり、或は、光導波路1に設けられた穴1dの底面に作製された突起をn角錐状のものにすればよい。

【0045】また、穴1dの深さ、クラッド52の省略可能性についても、実施例1で述べた通りである。受発光を行う光デバイス37についても、実施例1で述べた通りである。

【0046】(実施例4) 図4に、上記実施例の様に基板3上に作製された光導波路1を有する実施例4の光導波路基板を示す。同図(a)は平面図、(b)は(a)のA-A断面図を示したものである。

【0047】光導波路1はアレイ状に作製されており、基板3上にクラッド22になるポリイミドなどを平坦性良く塗布し、このクラッド22上に最終処理後の屈折率がクラッド22より大きい感光性のポリイミドなどを塗布しフォトリソ工程及びエッチングにてコア2を作製し、このコア2の表面を覆う様にポリイミドなどのクラッド21を塗布することで作製する。図4では複数の光導波路1が同一平面上に形成されているが、基板3に対して異なるレベルに多層に形成されていてもかまわない。コア2とクラッド21、22については、上記実施例で説明した通りである。

【0048】光導波路1にはエッチング、物理的切削、

12

レーザー照射などの方法によって光導波路挿入口11、12及び13が形成され、その基板3に対して垂直な壁面は低接続損失を実現するため物理的研磨にて鏡面仕上げになっている。しかし、基板3の面に対し45°の角度を有する面は、直接、光の反射に影響しないので鏡面仕上げされていなくてもよい。光導波路1のコア2が基板3に対して異なるレベルに多層に形成されている場合には、光導波路挿入口はそれらのコア2に合わせて底面が段状に形成される。

10 【0049】これらの光導波路挿入口11、12、13に上記実施例の光導波路ユニット4、5、6や後述の実施例の光導波路が着脱可能に挿入される。

【0050】(実施例5) 図5(a)、(b)、(c)は本発明の光結合器を光配線回路に適用した例を示している。図5(a)は光配線回路全体の斜視図であり、図5(b)は光電子チップ41の斜視図であり、図5(c)は図5(b)のB-B断面図である。

20 【0051】この方法では、光導波路1を持つ基板3に対して垂直に光を導波するコア46とクラッド45から成る光導波路が予め光電子チップ41、42、43に備え付けられている。まず、基板3上に図4にて作製した光導波路1と同様の光導波路1を作製する。光導波路1のコア2とクラッド44の材料については上記実施例で述べた通りである。

30 【0052】作製された光導波路1には、コア46とクラッド45から成る光導波路端部に整合する様な形の光導波路挿入口11が複数掘られており、コア46とクラッド45から成る光導波路がセルフアライメントにて容易に再現性良く繰り返し結合できる様になっている。光導波路挿入口11はエッチング、物理的切削、レーザー照射によって作製するが、方法はこれに限ったものではない。光導波路1に掘られた光導波路挿入口11の基板3に対して垂直な壁面は高接続効率を得るために、ダイヤモンドペーストによって物理的に鏡面研磨されているが、TMMA溶液によるエッチングなどにより鏡面に仕上げることもでき、この方法に限定されるものではない。

40 【0053】コア46とクラッド45から成る光導波路の光導波路1に接続する側の端部には光路変換用のマイクロミラーを備えた傾斜端面56、57がダイヤモンドカットによる物理的切削やエッチングなどの方法で作製されている。傾斜端面は45°の角度を有しており、最も結合効率良く光導波路1と接続できる様に設計される。傾斜端面56、57に備えられるマイクロミラーの作製方法は上記実施例で述べた通りである。

50 【0054】基板3には、例えば、電気配線が施された基板やSi-LSi基板、ガラス基板などを用いるがこれに限ったものではない。光電子チップ41、42、43では、基板3上に設けられた電極や光導波路1上に形成された電気配線から電力の供給を受ける。光は相互に

(8)

13

影響を与えないので、光導波路1のコア2は同一平面上に作製されていてもよいし、多層平面上に作製されていてもよい。

【0055】図5(b)は図5(a)における光電子チップ41であり、受発光を行う光デバイス150、151やSi-LSI48などがパッケージ49内に搭載されている。クラッド45とコア46により構成される光導波路は光電子チップ41の3辺から垂直に伸びており、パッケージ49に物理的に固定されている。コア46とクラッド45の材料については上記実施例で述べた通りである(図5(b)ではコア46が見えるが、本当はクラッド45の中にあって見えない)。受発光を行う光デバイス50、51についても、上記実施例で述べた通りである。

【0056】図5(c)は図5(b)におけるB-B断面図であり、パッケージ49内には、Si-LSI48、面発光レーザ150、フォトディテクタ151などが積載されており、面発光レーザ150、フォトディテクタ151などの受発光を行う光デバイスはSi-LSI48上にハンダや接着剤などの方法にて接着されている。しかし、接着方法はこれに限ったものではない。また、クラッド45とコア46からなる光導波路と、面発光レーザ150、フォトディテクタ151などの受発光を行う光デバイスは物理的接触によって光学的に接続されているが、光導波路と光デバイス150、151との間にレンズなどの光学素子が挿入されていてもよい。

【0057】また、光電子チップ41、42、43と光導波路1との間で確実な接続を得るために補助的な固定治具(ピン等)が光電子チップ41、42、43もしくは光導波路1に備えられていてもよい。この様な光結合器を応用した例は、各々の光電子チップやCPU、メモリなどへ高速クロック供給する例などへ展開できる。

【0058】(実施例6)図6(a)、(b)は本発明の光結合器を光配線回路に適用した他の例を示している。この方法では、予め基板3に対して垂直に光を導波するコア46とクラッド45から成る光導波路ユニット152を、基板3に対して平行に光を導波する光導波路1に結合して備え付けている。

【0059】まず、基板3上に図4にて作製した光導波路1と同様の光導波路1を作製する。光導波路1のコア2とクラッド44の材料については、上記実施例で述べた通りである。作製された光導波路1には、コア46とクラッド45から成る光導波路ユニット152の端部に整合する様な形の穴が掘られており、コア46とクラッド45から成る光導波路ユニット152がセルフアライメントにて容易に結合できる様になっている。上記穴の作製方法については、上記実施例で述べた通りである。

【0060】基板3には、例えば、電気配線が施された基板やSi-LSI基板、ガラス基板などを用いるが、これに限ったものではない。光導波路1の穴には、コア

14

46とクラッド45からなる光導波路ユニット152がすでに挿入されている。光導波路ユニット152のコア46とクラッド45の材料についても、上記実施例で述べた通りである。光導波路ユニット152の光路変換用のマイクロミラーを備えた傾斜端面56、57の作製方法、傾斜角度などについても、上記実施例で述べた通りである。

【0061】光電子チップ153は、光導波路ユニット152上にアライメントして設置したり、前もって光導波路1に備え付けたガイドやアタッチメントを用いて設置するが、方法はこれに限ったものではない。光電子チップ153は、基板3上に設けられた電極や光導波路1上に形成された電気配線から電力の供給を受ける。光は相互に影響を与えないので、光導波路1のコア2は同一平面上に作製されていてもよいし、多層平面上に作製されていてもよい。

【0062】図6(b)は図6(a)におけるB-B断面図であり、パッケージ54内には、Si-LSI48、面発光レーザ150、フォトディテクタ151などが積載されており、面発光レーザ150、フォトディテクタ151などの受発光を行う光デバイスはSi-LSI48上にハンダや接着剤などの方法にて接着されている。しかし接着方法はこれに限ったものではない。

【0063】受発光を行う光デバイス150、151については、上記実施例で述べた通りである。

【0064】クラッド45とコア46からなる光導波路ユニット152と面発光レーザ150、フォトディテクタ151などの受発光を行う光デバイスは物理的接触によって光学的に接続されるが、光導波路ユニット152と光デバイスとの間にレンズなどの光学素子が挿入されていてもよい。また、この光学素子は光電子チップ153側、光導波路ユニット152側のどちらに用意されていてもよい。

【0065】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明による光結合器、光導波路基板、光導波路ユニット、光導波路付き光電子チップを用いると、基板に対して角度を成して(典型的には、垂直に)受発光する光デバイスなどと基板に対して平行に光を導波する光導波路とを、結合効率良く、簡便に、繰り返し、精度良く、光学的にカップリングすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1である光結合器の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例2である光結合器の構成を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例3である光結合器の構成の断面と平面図を示す図である。

【図4】本発明の実施例4である光導波路基板の構成の断面と平面図を示す図である。

(9)

15

【図5】本発明の実施例5である光結合器、光導波路付き光電子チップの構成の断面と斜視図を示す図である。

【図6】本発明の実施例6である光結合器の応用例の構成の断面と斜視図を示す図である。

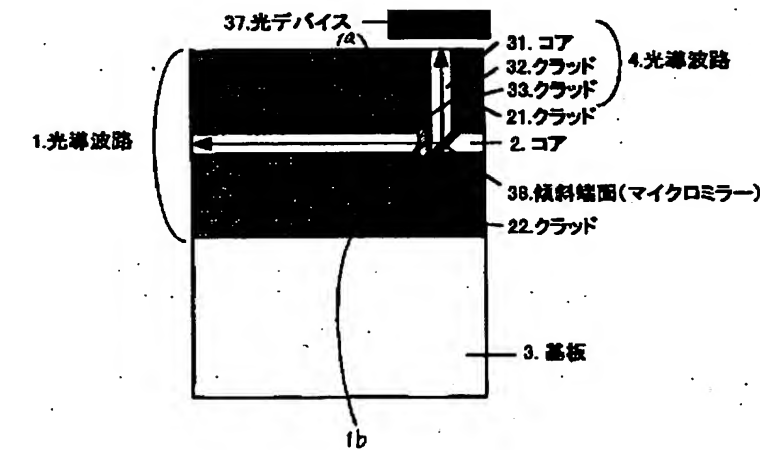
## 【符号の説明】

- 1 基板上的光導波路  
 1 a、1 c、1 d 穴  
 1 b 穴の垂直壁面  
 2 光導波路1のコア  
 3 基板  
 4、5、6、152 光導波路ユニット  
 11、12、13 光導波路挿入口

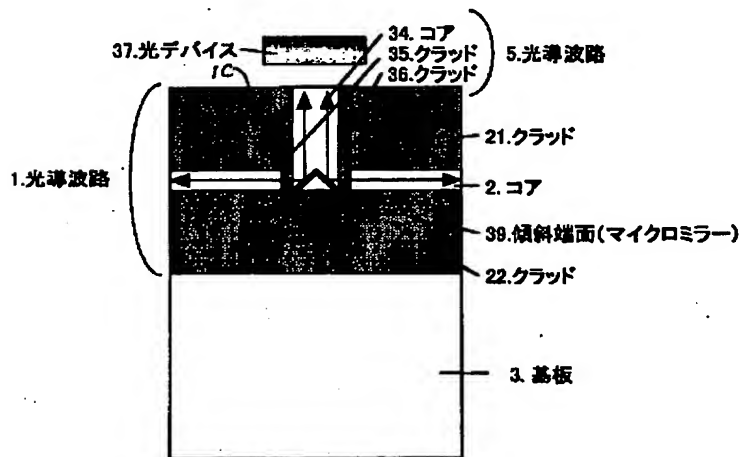
16

- 21、22、44 光導波路1のクラッド  
 31、34、46、51 光導波路ユニットのコア  
 32、33、35、36、45、52 光導波路ユニットのクラッド  
 37 光デバイス  
 38、39、40、56、57 傾斜端面（マイクロミラー）  
 41、42、43、153 光電子チップ  
 48 Si-LSI  
 10 49、54 パッケージ  
 150 面発光レーザ  
 151 フォトディテクタ

【図1】

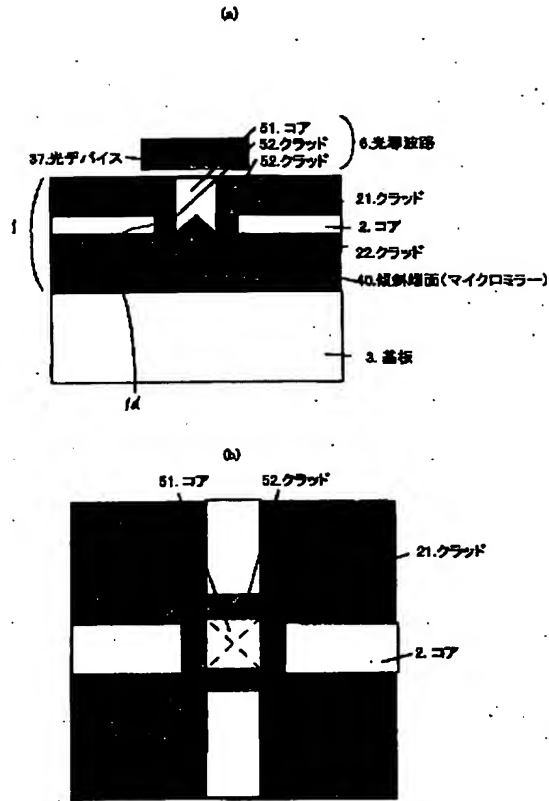


【図2】

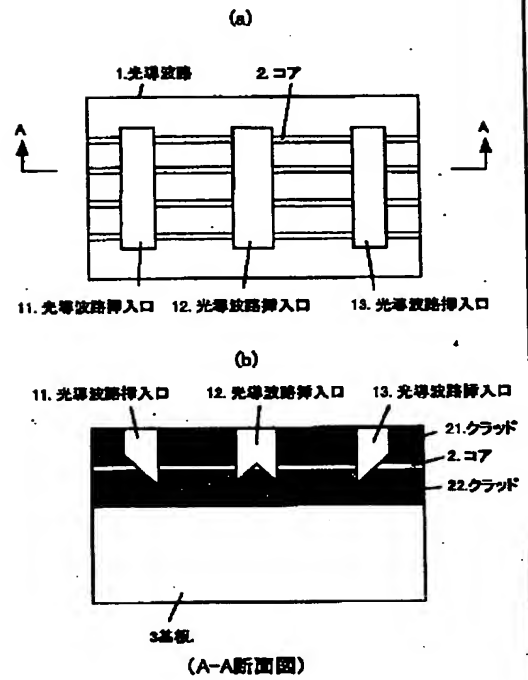


(10)

【図3】

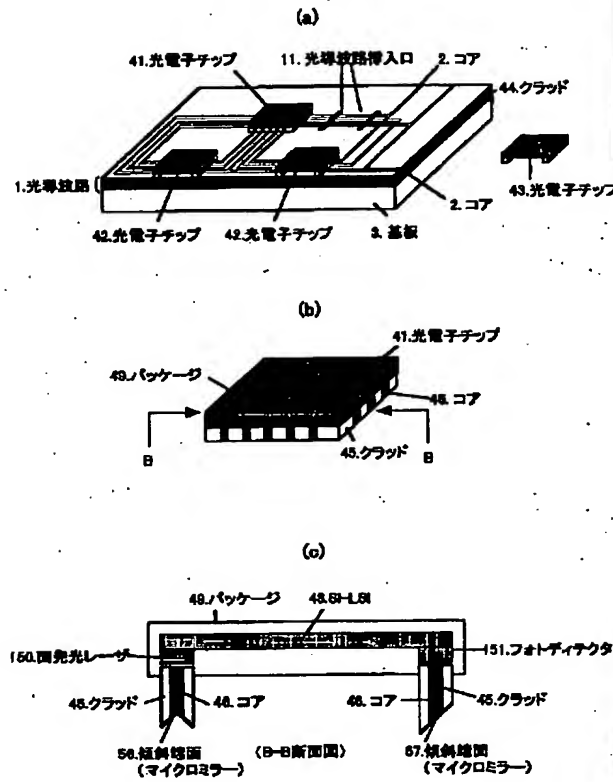


【図4】

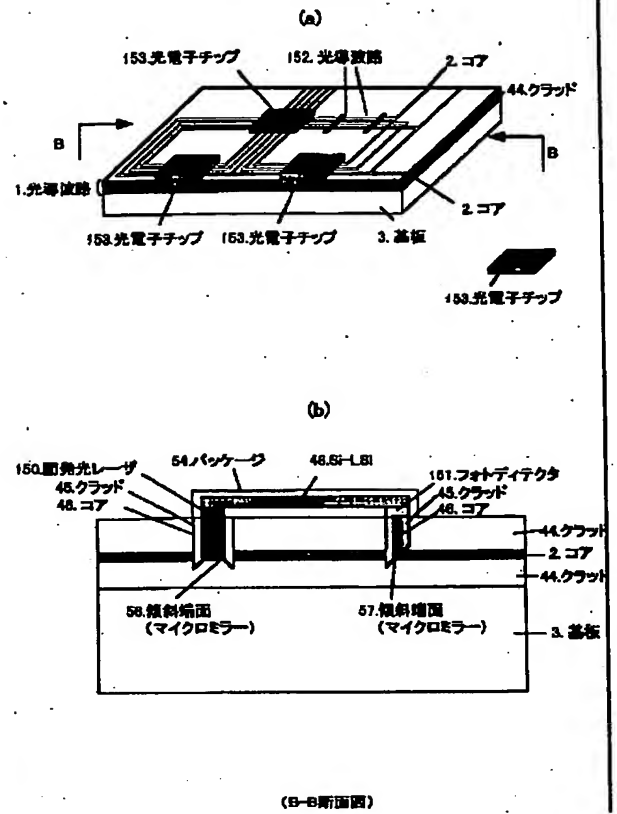


(11)

【図5】



【図6】



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The first optical waveguide which guides light in parallel with the substrate formed on the plane substrate, It is the optical coupling machine which combines optically the optic which accomplishes an include angle to said substrate, and emits for it light or receives light. The hole which has the base which accomplishes an include angle to a substrate to said first optical waveguide, and which was formed suitably [ it is pillar-shaped and ] is prepared. in this hole, the second optical waveguide unit prepares possible [ extraction and insertion ] -- having -- \*\*\*\* -- this -- the second optical waveguide unit Are formed in order to combine with said optic optically in an end, and in the other end, it has at least one slant face for optical-path conversion. The optical coupling machine characterized by carrying out the configuration arrangement so that the base of the suitable configuration of this hole is contacted, a position is taken, and this slant face or its near part may carry out optical-path conversion through this slant face and may combine with this first optical waveguide optically, when inserted into said hole.

[Claim 2] The other end of said second optical waveguide unit is an optical coupling machine according to claim 1 currently formed in the shape of [ with two or more slant faces ] a multiple drill.

[Claim 3] The base of the hole produced by said first optical waveguide is an optical coupling machine according to claim 2 currently formed in the shape of [ with two or more slant faces which embraced the configuration of the other end of said second optical waveguide unit ] a multiple drill.

[Claim 4] It is the optical coupling machine according to claim 2 or 3 with which said first optical waveguide has an intersection, two or more formation is carried out, and said hole is formed in this intersection.

[Claim 5] Said first optical waveguide is an optical coupling machine according to claim 4 currently formed so that it may be extended from said intersection corresponding to each slant face of the multiple drill of the other end of said second optical waveguide unit.

[Claim 6] The other end of said second optical waveguide unit is an optical coupling machine according to claim 1 currently formed in the configuration with a singular slant face.

[Claim 7] The base of the hole produced by said first optical waveguide is an optical coupling machine according to claim 6 currently formed in the configuration with the slant face of the unit according to the configuration of the other end of said second optical waveguide unit.

[Claim 8] The other end of said second optical waveguide unit is an optical coupling machine according to claim 1 currently formed in the groove with two slant faces.

[Claim 9] The base of the hole produced by said first optical waveguide is an optical coupling machine according to claim 8 currently formed in the shape of [ with two slant faces according to the configuration of the other end of said second optical waveguide unit ] a crest type.

[Claim 10] The base of the hole produced by said first optical waveguide is an optical coupling machine according to claim 2, 6, or 8 currently formed in the plane.

[Claim 11] An optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 10 they are. [ by which the mirror of a high reflection factor is formed in the slant face of the other end of said second optical

waveguide unit ]

[Claim 12] Said mirror of a high reflection factor is an optical coupling machine according to claim 11 currently formed by vapor-depositing or plating a metal or an alloy.

[Claim 13] The slant face of the other end of said second optical waveguide unit is an optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 12 they are. [ which is formed so that the include angle of 45 degrees may be accomplished to said plane substrate, when it is inserted into said hole and said position is taken ]

[Claim 14] The configuration of the base of the hole formed in said first optical waveguide and the configuration of the other end of said second optical waveguide unit are an optical coupling machine given in claims 1, 3, 7, 9, and 11 thru/or any of 13 they are by being mutually put together and contacting. [ by which the configuration arrangement is carried out so that mutual optical waveguide may join together optically by self ally noodle \*\* ]

[Claim 15] An optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 14 they are. [ which said optic has combined with the end of said second optical waveguide unit optically by physical contact ]

[Claim 16] Said optic and said second optical waveguide unit are an optical coupling machine according to claim 15 optically combined through optical elements, such as a lens.

[Claim 17] Said optic is an optical coupling machine according to claim 15 or 16 which receives [ which receives light, and the hole is established in said first optical waveguide at right angles to said substrate, and emits light to this substrate ] light perpendicularly.

[Claim 18] Said optic is an optical coupling machine according to claim 17 which is the perpendicular resonator mold face luminescence laser which is the optical device which emits light in light perpendicularly to said substrate.

[Claim 19] Said optic is an optical coupling machine according to claim 17 which is the photodiode which is the optical device which receives light perpendicularly to said substrate.

[Claim 20] Said first optical waveguide and said second optical waveguide unit are an optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 19 they are, respectively. [ which two or more optical waveguides consist array-like of ]

[Claim 21] Two or more optical waveguides of the first optical waveguide of the shape of said array are optical coupling machines according to claim 20 currently formed on the same flat surface.

[Claim 22] Two or more optical waveguides of the first optical waveguide of the shape of said array are optical coupling machines according to claim 20 currently formed on a different flat surface.

[Claim 23] Two or more optical waveguides of the second optical waveguide unit of the shape of said array are optical coupling machines according to claim 22 which are extended in different length according to the flat-surface level from which two or more optical waveguides of said first optical waveguide differ, and form the base.

[Claim 24] Said optic is an optical coupling machine given in claim 20 thru/or any of 23 they are corresponding to two or more optical waveguides of the second optical waveguide unit of the shape of said array. [ which has become array-like ]

[Claim 25] Said the second optical waveguide unit and said optic are an optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 24 they are. [ which is united and constitutes the photoelectron chip ]

[Claim 26] An optical coupling machine given in claim 1 thru/or any of 25 they are. [ in which the fixed means for fixing the photoelectron chip containing said optic near said hole of said first optical waveguide unit is formed ]

[Claim 27] It has the optical waveguide which guides light in parallel with the substrate formed on the plane substrate. Since the optical waveguide unit for combining optically the optic which accomplishes an include angle to this optical waveguide and said substrate, and emits for it light or receives light is inserted possible [ extraction and insertion ] The hole which has the base which accomplishes an include angle to a substrate, and which was formed suitably [ it is pillar-shaped and ] is established in said optical waveguide. By that cause When said optical waveguide unit which is formed in order to combine with said optic optically in an end, and has at least one slant face for optical-path conversion in the other end is inserted into said hole The optical waveguide substrate with which this slant face or its near part



contacts the base of the suitable configuration of this hole, and this optical waveguide unit takes a position, and is characterized by carrying out optical-path conversion through this slant face, and joining together optically at said optical waveguide.

[Claim 28] It is the optical waveguide unit prepared possible [ extraction and insertion ] in said hole of an optical waveguide substrate according to claim 27. An end An include angle is accomplished to said substrate and light is optically combined with the optic which emits light or receives light. The other end When it has at least one slant face for optical-path conversion and is inserted into said hole, this slant face or its near part contacts the base of the suitable configuration of said hole, and takes a position. The optical waveguide unit characterized by carrying out the configuration arrangement so that optical-path conversion may be carried out through this slant face and it may combine with said optical waveguide optically.

[Claim 29] The photoelectron chip with optical waveguide characterized by an optical waveguide unit and said optic according to claim 28 being united, and constituting the photoelectron chip.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical coupling machine which connects optically the optical device which carries out carrier luminescence perpendicularly to the optical waveguide and the substrate which were produced on the substrate, the optical waveguide structure which constitutes it.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical connection with the optical waveguide and optical devices, such as a laser diode and a photodiode, which were formed on the substrate has been an important technical problem as an optical interconnection prospers. Conventionally, although the optical waveguide prepared on the substrate and the optical device which performs carrier luminescence of laser, a photodetector, etc. are combined, said optical device was contacted to the end face of optical waveguide directly physically from a horizontal direction, or in between, it is making optical elements, such as a lens, intervene, and both were connected optically.

[0003] Or although the optical waveguide prepared in the optical device which carries out carrier luminescence perpendicularly to a substrate, and the substrate is combined for example, like the optical-path sensing element indicated by JP,10-300961,A Alignment of bending and said optical device is perpendicularly carried out to said optical path, or the method of obtaining both optical connection has been taken by preparing 45-degree mirror in the optical waveguide prepared in the substrate, and making optical elements, such as a lens, an optical path intervene in between to a substrate.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional example, in order to make into max joint effectiveness between the optical device which performs carrier luminescence, and optical waveguide, precision needed to improve an optical device and optical waveguide alignment. Therefore, it is difficult to perform repeat desorption. Moreover, although it is easy to apply in an end face to the optical device of the type which carries out carrier luminescence, there is also a problem of being hard to apply in connection with the optical device of the type which carries out carrier luminescence except end faces, such as a surface emission-type laser, on structure.

[0005] Moreover, since air intervenes between association with the optical device and optical waveguide which perform carrier luminescence as it is the case of said JP,10-300961,A, connection loss will occur not a little by emission of light.

[0006] The optical waveguide and the laser diode with which the purpose of invention concerning this application was formed on (1) substrate, A photoelectron chip with the optical coupling machine for connecting optics, such as optical devices, such as a photodiode, and other optical waveguides, simple by low connection loss, an optical waveguide substrate, an optical waveguide unit, and optical waveguide is offered, (2) A photoelectron chip with the optical coupling machine for repeating optical alignment with sufficient repeatability and performing it easily, an optical waveguide substrate, an optical waveguide unit, and optical waveguide is offered, (3) A photoelectron chip with the optical coupling machine for making high density assembly possible, an optical waveguide substrate, an optical

waveguide unit, and optical waveguide is offered, (4) It is offering a photoelectron chip with the optical coupling machine which can apply optical waveguide, the optical device which performs carrier luminescence to a high-speed information communication link etc. by using it in an array, an optical waveguide substrate, an optical waveguide unit, and optical waveguide.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The optical coupling machine of this invention for attaining the above-mentioned purpose An include angle is accomplished to said substrate with the first optical waveguide which guides light in parallel with the substrate formed on the plane substrate (typically). It is the optical coupling machine which combines optically the optic which emits for it light or receives light perpendicularly. The hole which has the base which accomplishes an include angle to a substrate to said first optical waveguide, and which was formed suitably [ it is pillar-shaped and ] is prepared. in this hole, the second optical waveguide unit prepares possible [ extraction and insertion ] -- having -- \*\*\*\* -- this -- the second optical waveguide unit Are formed in order to combine with said optic optically in an end, and in the other end, it has at least one slant face for optical-path conversion. When inserted into said hole, it is characterized by carrying out the configuration arrangement so that the base of the suitable configuration of this hole is contacted, a position is taken, and this slant face or its near part may carry out optical-path conversion through this slant face and may combine with this first optical waveguide optically.

[0008] Since said optic which took out and inserted said second optical waveguide unit in said hole, and was combined with the end of this unit through said slant face in this basic configuration, and said first optical waveguide are connected optically In low connection loss (when a high reflective mirror is formed in said slant face and the wall surface of said hole and the external surface of said second optical waveguide unit are formed especially sufficiently smoothly, it is ), simple, repeatability is good and optical coupling can be carried out repeatedly.

[0009] Based on the above basic configuration, the following modes are possible. The other end of said second optical waveguide unit may be formed in the shape of [ with two or more slant faces ] a multiple drill. In this case, the base of the hole produced by said first optical waveguide may be formed in the shape of a multiple drill and a plane with two or more slant faces which embraced the configuration of the other end of said second optical waveguide unit. At the former, although production becomes troublesome a little, the optical coupling of the mutual optical waveguide can be carried out by self ally noodle \*\* by a configuration being mutually put together and contacting. Also in the case of the latter plane, if the cross section of a hole is a square shape, ally noodle \*\* of the optical waveguide mutual sufficiently stably can be carried out.

[0010] Furthermore, in this case, said first optical waveguide has an intersection, two or more formation is carried out, and said hole can take the gestalt currently formed in this intersection. And said first optical waveguide may be formed so that it may be extended from said intersection corresponding to each slant face of the multiple drill of the other end of said second optical waveguide unit. in this way -- many -- branching of the optical coupling of the optical waveguide of pair 1 and the optical waveguide of one-pair \*\* is attained.

[0011] The other end of said second optical waveguide unit may be formed in a configuration with a singular slant face. In this case, the base of the hole produced by said first optical waveguide may be formed in a configuration and a plane with the slant face of the unit according to the configuration of the other end of said second optical waveguide unit. At the former, although production becomes troublesome a little, the optical coupling of the mutual optical waveguide can be carried out by self ally noodle \*\* by a configuration being mutually put together and contacting. Also in the case of the latter plane, if the cross section of a hole is a square shape, ally noodle \*\* of the optical waveguide mutual sufficiently stably can be carried out.

[0012] The other end of said second optical waveguide unit may be formed in a groove with two slant faces. In this case, the base of the hole produced by said first optical waveguide may be formed in the shape of a crest type and a plane with two slant faces according to the configuration of the other end of said second optical waveguide unit. At the former, although production becomes troublesome a little, the

optical coupling of the mutual optical waveguide can be carried out by self ally noodle \*\* by a configuration being mutually put together and contacting. Also in the case of the latter plane, if the cross section of a hole is a square shape, ally noodle \*\* of the optical waveguide mutual sufficiently stably can be carried out.

[0013] The mirror of a high reflection factor may be formed in the slant face of the other end of said second optical waveguide unit. If it carries out like this, still more efficient optical coupling can be attained to the appearance mentioned already. This mirror of a high reflection factor may be formed by vapor-depositing or plating a metal or an alloy. Although this mirror of a high reflection factor can be formed also in the slant face of the base of the hole produced by said first optical waveguide for this purpose, this is troublesome rather than it forms in the slant face of the other end of said second optical waveguide unit.

[0014] When it is inserted into said hole and said position is taken, the slant face of the other end of said second optical waveguide unit may be formed so that the include angle of 45 degrees may be accomplished to said plane substrate. This gestalt is a gestalt taken typically, when carrying out optical coupling of said first optical waveguide and the second optical waveguide unit to the optical-path conversion which constitutes a right angle being by low connection loss.

[0015] By being mutually put together preferably and contacting, the configuration arrangement of the configuration of the base of the hole formed in said first optical waveguide and the configuration of the other end of said second optical waveguide unit is carried out so that mutual optical waveguide may join together optically by self ally noodle \*\*.

[0016] Said optic can combine with the end of said second optical waveguide unit optically by physical contact. Thereby, the optical coupling of the further low connection loss can be attained. Said optic and said second optical waveguide unit can be optically combined through optical elements, such as a lens (especially micro lens of a thin film).

[0017] The hole is established in said first optical waveguide at right angles to said substrate, and said optic can take the gestalt which emits for it light or receives light perpendicularly to this substrate. There are perpendicular resonator mold face luminescence laser which is the optical device which emits light in light perpendicularly to said substrate, a photodiode which is the optical device which receives light perpendicularly to said substrate in these optics.

[0018] Said first optical waveguide and said second optical waveguide unit can take the gestalt which two or more optical waveguides consist array-like of, respectively. In this case, two or more optical waveguides of the first optical waveguide of the shape of said array are formed on the same flat surface, or are formed on a different flat surface. In the case of the latter, two or more optical waveguides of the second optical waveguide unit of the shape of said array can take the gestalt which is extended in different length according to the flat-surface level from which two or more optical waveguides of said first optical waveguide differ, and forms the base. Moreover, said optic can take the gestalt which has become array-like in this case corresponding to two or more optical waveguides of the second optical waveguide unit of the shape of said array. According to these gestalten, high density assembly and a high-speed information communication link are attained.

[0019] Said the second optical waveguide unit and said optic are united, and can constitute a photoelectron chip. If it carries out like this, a photoelectron circuit can only consist of easily fitting a photoelectron chip over the place of the hole of said first optical waveguide.

[0020] If the fixed means for fixing the photoelectron chip containing said optic near said hole of said first optical waveguide unit is established, an optic can be installed easily for the corresponding edge of said second optical waveguide unit, and certainly.

[0021] Moreover, the optical waveguide substrate of this invention for attaining the above-mentioned purpose It has the optical waveguide which guides light in parallel with the substrate formed on the plane substrate. Since the optical waveguide unit for combining optically the optic which accomplishes an include angle to this optical waveguide and said substrate; and emits for it light or receives light is inserted possible [ extraction and insertion ] The hole which has the base which accomplishes an include angle to a substrate, and which was formed suitably [ it is pillar-shaped and ] is established in said

optical waveguide. By that cause When said optical waveguide unit which is formed in order to combine with said optic optically in an end, and has at least one slant face for optical-path conversion in the other end is inserted into said hole This slant face or its near part contacts the base of the suitable configuration of this hole, and this optical waveguide unit takes a position and is characterized by carrying out optical-path conversion through this slant face, and joining together optically at said optical waveguide. A more concrete gestalt which was described above can be taken also about this.

[0022] Moreover, the optical waveguide unit of this invention for attaining the above-mentioned purpose It is the optical waveguide unit prepared possible [ extraction and insertion ] in said hole of the above-mentioned optical waveguide substrate. An end An include angle is accomplished to said substrate and light is optically combined with the optic which emits light or receives light. The other end When it has at least one slant face for optical-path conversion and is inserted into said hole, it is characterized by carrying out the configuration arrangement so that the base of the suitable configuration of said hole is contacted, a position is taken, and this slant face or its near part may carry out optical-path conversion through this slant face and may combine with said optical waveguide optically. A more concrete gestalt which was described above can be taken also about this.

[0023] Moreover, the photoelectron chip with optical waveguide of this invention for attaining the above-mentioned purpose is characterized by the above-mentioned optical waveguide unit and said optic being united, and constituting the photoelectron chip. It can combine with the above-mentioned optical waveguide substrate by this, and a photoelectron circuit can simply and certainly be constituted.

[0024]

[Function] According to this invention, without needing special optical alignment, a high precision maintenance fixture, etc., repeatability is good and the optical device which accomplishes an include angle and carries out carrier (at right angles to type target) luminescence to the first optical waveguide produced on the substrate and said substrate can be repeatedly combined by low connection loss. Moreover, it can respond also to the optical coupling of the optical waveguide on the substrate in high density assembly, and optics, such as an optical device, and can apply to a high-speed information communication link etc.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of invention is explained in detail, referring to a drawing.

[0026] (Example 1) The example 1 of this invention is explained in detail based on drawing 1 . In drawing 1 which is a sectional view in a field including the optical axis of optical waveguide, optical waveguide 1 has structure to which the cross section perpendicular to an optical axis formed the rectangle-like core 2, and covered the whole core 2 front face by the clad 21 on the clad 22 formed on the substrate 3, and the refractive index of a core 2 is set up so that it may become larger than the refractive index of clads 21 and 22. As an ingredient of a core 2 and clads 21 and 22, although the ingredient of textile glass yarn, such as GPS glass, SiO<sub>2</sub>, polyimide, and PMMA, or a polymer system is used, it is not what was restricted to this. The cross-section size of a core 2 is about several 10 micrometers.

[0027] Hole 1a of a form which is adjusted at the edge of the optical waveguide unit 4 is dug in the optical waveguide 1 produced on the substrate 3, and the optical waveguide unit 4 has come for repeatability to be able to improve optical coupling to the repeat optical waveguide 1 easily in self-alignment. Although the above-mentioned hole 1a is produced by etching, physical cutting, and laser radiation, an approach is not what was restricted to this.

[0028] Moreover, although mirror polishing is physically carried out with diamond paste in order that perpendicular wall surface 1b may acquire high connection effectiveness to the plane substrate 3 of hole 1a dug in optical waveguide 1, the polish approach is not what was restricted to this. Although a semiconductor substrate, a glass substrate, an electric wiring substrate, etc. can be used for a substrate 3, it is not what was restricted to this.

[0029] In the optical waveguide unit 4 which plays the role of an optical coupling machine, although the cross section of a core 31 can consider various forms, such as a rectangle and a circle, it is made into the

form where connection effectiveness with the core 2 of optical waveguide 1 becomes the best. The refractive index of a core 31 chooses an ingredient so that it may become larger than clads 32 and 33. Although the ingredient of textile glass yarn, such as GPS glass, SiO<sub>2</sub>, polyimide, and PMMA, or a polymer system was used also as an ingredient of a core 31 and clads 32 and 33, an ingredient is not what was restricted to this. The size thru/or the path of a core 31 is several 10 micrometers like the core 2 of optical waveguide 1. In this example, since the core 2 of optical waveguide 1 was made into the rectangle, if the core 31 of optical waveguide 2 is also made into an isomorphism-like rectangle, the effectiveness of both optical coupling will become good.

[0030] The inclination end face 38 equipped with the micro mirror for optical-path conversion is produced by approaches, such as physical cutting, etching, etc. by the diamond cutter, by the near edge linked to the optical waveguide 1 of the optical waveguide unit 4. moreover, the inclination end face 38 - the direction of a guided wave (optical axis) -- receiving -- the include angle of 45 degrees -- having -- \*\*\*\* -- most -- association -- it is designed so that it can connect with optical waveguide 1 efficiently. Although metal membranes (Ag, aluminum, Pt, etc.), a multilayers mirror, etc. of a high reflection factor which were produced by vacuum deposition and electroless deposition can be used for the micro mirror with which the inclination end face 38 is equipped, the production approach is not what was restricted to this.

[0031] Since the perpendicular configuration of hole 1a prepared in optical waveguide 1 corresponds in the shape of [ of the optical waveguide unit 4 ] an appearance, the optical waveguide unit 4 can combine it with optical waveguide 1 stably and certainly removable. For example, if the appearance of the optical waveguide unit 4 makes the end side of the square pole a slant face 45 degrees, hole 1a is also good to make it such a configuration. However, if the optical waveguide unit 4 can be certainly positioned to a position, hole 1a can have the shape of the square pole which does not form an inclination end face 45 degrees. The depth of hole 1a is good to set [ with which the extension of the core 2 of optical waveguide 1 and the core 31 of the optical waveguide unit 4 lap almost extensively on the inclination end face 38 ] up like, when the optical waveguide unit 4 is stored in hole 1a. Moreover, about the optical waveguide unit 4, if the clad 21 of optical waveguide 1 can be made to bear the role of a clad of a core 31, clads 32 and 33 can also be lost. In this case, it is necessary to smooth the wall surface of hole 1a enough.

[0032] Coupling of the optical device 37 and the optical waveguide unit 4 which perform carrier luminescence can be optically carried out using optical elements, such as physical contact and a lens. Before connection of this optical device 37 and the optical waveguide unit 4 connects the optical waveguide unit 4 with optical waveguide 1, it may be performed, and after connecting the optical waveguide unit 4 with optical waveguide 1, it may be performed.

[0033] As an optical device 37 which emits light, the perpendicular resonator mold face luminescence laser of a GaAs system is used. The wavelength of 0.85 micrometers, and this 5mA o'clock [ for example, ] output of inrush currents are the things of 10mw(s). This perpendicular resonator mold face luminescence laser is equipped with the multilayers mirror which consists of AlGaAs/AlAs of every 20 layers of upper and lower sides, and the barrier layer has 3-fold quantum-well (3QW) structure of GaAs. Since the beam of perpendicular resonator mold face luminescence laser has the narrow outgoing radiation angle, even if it does not use especially optics, such as a lens, it is efficient and can be optically connected to the optical waveguide unit 4. There is a photodetector of Si system etc. as an optical device 37 which receives light. As an optical device which performs carrier luminescence besides this, although end-face luminescence mold laser, a smart pixel, etc. can be used, it is not what was restricted to this.

[0034] (Example 2) The example 2 of this invention is explained in detail based on drawing 2. In the sectional view of drawing 2, a cross section forms the rectangle-like core 2 on the clad 22 formed on the substrate 3, optical waveguide 1 has structure which covered the whole core 2 front face by the clad 21, and the refractive index of a core 2 is set up so that it may become larger than clads 21 and 22. As an ingredient of a core 2 and clads 21 and 22, although the ingredient of textile glass yarn, such as GPS glass, SiO<sub>2</sub>, polyimide, and PMMA, or a polymer system is used, it is not what was restricted to this. The size of a core 2 is about several 10 micrometers. These are the same as an example 1.

[0035] Hole 1c which has the crest type heights of a form which is adjusted at the edge of the optical waveguide unit 5 at which the point was divided into the branch in a pars basilaris ossis occipitalis is dug in the produced optical waveguide 1, and the optical waveguide unit 5 can join now with sufficient repeatability together repeatedly easily in self-alignment. Even if there are no crest type heights of the pars basilaris ossis occipitalis of hole 1c, the optical waveguide unit 5 is inserted into hole 1c, and may be positioned stably. Although the above-mentioned hole 1c is produced by etching, physical cutting, and laser radiation, an approach is not what was restricted to this. Moreover, although mirror polishing is physically carried out with diamond paste in order that a perpendicular wall surface may acquire high connection effectiveness to the substrate 3 of hole 1c dug in optical waveguide 1, the polish approach is not what was restricted to this. Although a semi-conductor substrate, a glass substrate, an electric wiring substrate, etc. can be used for a substrate 3, it is not what was restricted to this.

[0036] In the optical waveguide unit 5 which plays the role of an optical coupling machine, although the cross section of a core 34 can consider various forms, such as a rectangle and a circle, it is made into the form where connection effectiveness with the extension of the core 2 in the slant face or projection produced by the base of perpendicular hole 1c established in optical waveguide 1 becomes the best. The refractive index of a core 34 chooses an ingredient so that it may become larger than clads 35 and 36. As an ingredient of a core 34 and clads 35 and 36, although the ingredient of textile glass yarn, such as GPS glass, SiO<sub>2</sub>, polyimide, and PMMA, or a polymer system was used, an ingredient is not what was restricted to this. The size thru/or the path of a core 34 with which the point combined with the core 2 prolonged in a longitudinal direction for improvement in the above-mentioned connection effectiveness was divided into the branch is about 2 times of the core 2 of optical waveguide 1.

[0037] Two inclination end faces 39 equipped with the micro mirror for optical-path conversion are produced by approaches, such as physical cutting, etching, etc. by the diamond cutter, by the near branch edge linked to the optical waveguide 1 of the optical waveguide unit 5. the inclination end face 39 -- the direction of a guided wave -- receiving -- the include angle of 45 degrees -- having -- \*\*\*\* -- most -- association -- it is designed so that it can connect with optical waveguide 1 efficiently. It is as the example 1 having also described the micro mirror with which the inclination end face 39 is equipped.

[0038] Moreover, it is as the example 1 having also described the depth of hole 1c, and the abbreviation possibility of clads 35 and 36. It is as the example 1 having also described the optical device 37 which performs carrier luminescence.

[0039] (Example 3) The example 3 of this invention is explained in detail based on drawing 3 which shows the cross section and flat surface of structure. In drawing 3, a cross section forms the rectangle-like core 2 on the clad 22 formed on the substrate 3, optical waveguide 1 has structure which covered the whole core 2 front face by the clad 21, and the refractive index of a core 2 is set up so that it may become larger than clads 21 and 22. As shown in drawing 3 (b), optical waveguide 1 has an intersection and is formed in the cross-joint mold. It is as the above-mentioned example having described the ingredient of a core 2 and clads 21 and 22.

[0040] The size of a core 2 is about several 10 micrometers. 1d of holes of a form which is adjusted at the edge of the optical waveguide unit 6 is dug in the produced optical waveguide 1, and the optical waveguide unit 6 can join now with sufficient repeatability together repeatedly easily in self-alignment. Since the square drill-like crevice with the inclination end face 40 of the point of the optical waveguide unit 6 is filled with an ingredient in the example of drawing 3 and the optical waveguide unit 6 has a square pole-like appearance, 1d of holes also has the shape of the square pole corresponding to this. However, the square drill-like crevice of the point of the optical waveguide unit 6 remains as it is, and may be formed in the pars basilaris ossis occipitalis whose square drill-like heights are 1d of holes. Or even if the square drill-like crevice of the point of the optical waveguide unit 6 remains as it is and 1d of holes is the square pole-like, the optical waveguide unit 6 may be stably inserted into 1d of holes.

[0041] Although the 1d of the above-mentioned holes is produced by etching, physical cutting, and laser radiation, an approach is not what was restricted to this. Moreover, although mirror polishing is physically carried out with diamond paste in order that a perpendicular wall surface may acquire high connection effectiveness to the substrate 3 of 1d of holes dug in optical waveguide 1, the polish



approach is not what was restricted to this. Although a semi-conductor substrate, a glass substrate, an electric wiring substrate, etc. can be used for a substrate 3, it is not what was restricted to this.

[0042] Moreover, although the cross section of the core 51 of the optical waveguide unit 6 serves as a square, it is not what was restricted to this. The refractive index of a core 51 is larger than a clad 52. It is as the above-mentioned example having also described the ingredient of a core 51 and a clad 52.

[0043] The size of a core 51 is comparable as optical waveguide 1. in the near edge linked to the optical waveguide 1 of the optical waveguide unit 6, the inclination end face 40 equipped with the micro mirror for optical-path conversion produces by approaches, such as physical cutting, etching, etc. by the diamond cutter, -- having -- \*\*\*\* -- this inclination end face -- the include angle of 45 degrees -- having -- optical waveguide 1 and the optical waveguide unit 6 -- most -- association -- it connects efficiently -- it is designed like. It is as the example 1 having also described the micro mirror with which the inclination end face 40 is equipped.

[0044] In the example of drawing 3 , although the inclination end face 40 forms the forward square drill-like hole, one optical path is bundled in the direction of n, and it uses the hole of the shape of a square drill in drawing 3 as an n pyramid-like hole or should just make the projection produced by the base of 1d of holes established in optical waveguide 1 an n pyramid-like thing to bundle the optical path of branching or the direction of n to one.

[0045] Moreover, it is as the example 1 having also described the depth of 1d of holes, and the abbreviation possibility of a clad 52. It is as the example 1 having also described the optical device 37 which performs carrier luminescence.

[0046] (Example 4) The optical waveguide substrate of the example 4 which has the optical waveguide 1 produced on the substrate 3 like the above-mentioned example by drawing 4 is shown. This drawing (a) shows a top view and (b) shows the A-A sectional view of (a).

[0047] Optical waveguide 1 is produced in the shape of an array, the polyimide which becomes a clad 22 is applied with sufficient surface smoothness on a substrate 3, the refractive index after a final treatment applies photosensitive larger polyimide than a clad 22 etc. on this clad 22, a core 2 is produced by the FOTORISO process and etching, and the front face of this core 2 is produced by applying the clads 21, such as polyimide, to the wrap. Although two or more optical waveguides 1 are formed on the same flat surface in drawing 4 , it may be formed in different level to a substrate 3 at the multilayer. It is as the above-mentioned example having explained a core 2 and clads 21 and 22.

[0048] The optical waveguide insertion openings 11, 12, and 13 are formed in optical waveguide 1 by approaches, such as etching, physical cutting, and laser radiation, and in order that a perpendicular wall surface may realize low connection loss to the substrate 3, it is mirror plane finishing by physical polish. However, since reflection of light is not influenced directly, mirror plane finishing of the field which has the include angle of 45 degrees to the field of a substrate 3 does not have to be carried out. When formed in the level from which the core 2 of optical waveguide 1 differs to a substrate 3 at the multilayer, according to those cores 2, as for optical waveguide insertion opening, a base is formed in the shape of a stage.

[0049] The optical waveguide of the optical waveguide units 4, 5, and 6 of the above-mentioned example or the below-mentioned example is inserted in these optical waveguide insertion openings 11, 12, and 13 removable.

[0050] (Example 5) Drawing 5 (a), (b), and (c) show the example which applied the optical coupling machine of this invention to the optical wiring circuit. Drawing 5 (a) is the perspective view of the optical whole wiring circuit, drawing 5 (b) is the perspective view of the photoelectron chip 41, and drawing 5 (c) is the B-B sectional view of drawing 5 (b).

[0051] By this approach, the photoelectron chips 41, 42, and 43 are beforehand equipped with the core 46 which guides light perpendicularly to the substrate 3 with optical waveguide 1, and the optical waveguide which consists of a clad 45. First, the optical waveguide 1 produced in drawing 4 on the substrate 3 and the same optical waveguide 1 are produced. It is as the \*\*\*\*\* example having described to the core 2 of optical waveguide 1, and the ingredient of a clad 44 just.

[0052] Two or more optical waveguide insertion openings 11 of a form which is adjusted at the optical

waveguide edge which consists of a core 46 and a clad 45 are dug in the produced optical waveguide 1, and the optical waveguide which consists of a core 46 and a clad 45 can join now with sufficient repeatability together repeatedly easily in self-alignment. Although the optical waveguide insertion opening 11 is produced by etching, physical cutting, and laser radiation, an approach is not what was restricted to this. Although mirror polishing is physically carried out with diamond paste in order that a perpendicular wall surface may acquire high connection effectiveness to the substrate 3 of the optical waveguide insertion opening 11 dug in optical waveguide 1, a mirror plane can also be made by etching by the TMMA solution etc., and it is not limited to this approach.

[0053] The inclination end faces 56 and 57 equipped with the micro mirror for optical-path conversion are produced by approaches, such as physical cutting, etching, etc. by the diamond cutter, by the near edge linked to the optical waveguide 1 of the optical waveguide which consists of a core 46 and a clad 45. an inclination end face -- the include angle of 45 degrees -- having -- \*\*\*\* -- most -- association -- it is designed so that it can connect with optical waveguide 1 efficiently. The production approach of the micro mirror with which the inclination end faces 56 and 57 are equipped is as the above-mentioned example having described.

[0054] Although the substrate with which electric wiring was given, a Si-LSI substrate, a glass substrate, etc. are used for a substrate 3, it is not what was restricted to this. With the photoelectron chips 41, 42, and 43, supply of power is received from the electric wiring formed on the electrode prepared on the substrate 3, or optical waveguide 1. Since light does not affect it mutually, the core 2 of optical waveguide 1 may be produced on the same flat surface, and may be produced on the multilayer flat surface.

[0055] Drawing 5 (b) is the photoelectron chip 41 in drawing 5 (a), and the optical devices 150 and 151, Si-LSI48, etc. which perform carrier luminescence are carried in the package 49. The optical waveguide constituted by a clad 45 and the core 46 is perpendicularly extended from three sides of the photoelectron chip 41, and is being physically fixed to the package 49. It is as the above-mentioned example having described the ingredient of a core 46 and a clad 45 (although a core 46 can be seen in drawing 5 (b), it is in a clad 45 in fact, and is not visible). It is as the above-mentioned example having also described the optical devices 50 and 51 which perform carrier luminescence.

[0056] Drawing 5 (c) is a B-B sectional view in drawing 5 (b), and in the package 49, Si-LSI48, the surface emission-type laser 150, the photodetector 151, etc. are loaded, and it has pasted up the optical device which performs carrier luminescence of a surface emission-type laser 150, a photodetector 151, etc. by the approach of a pewter, adhesives, etc. on Si-LSI48. However, the adhesion approach is not what was restricted to this. Moreover, although the optical device which performs carrier luminescence of the optical waveguide which consists of a clad 45 and a core 46, a surface emission-type laser 150, a photodetector 151, etc., etc. is optically connected by physical contact, optical elements, such as a lens, may be inserted between optical waveguide and the optical devices 150 and 151.

[0057] Moreover, in order to obtain positive connection between the photoelectron chips 41, 42, and 43 and optical waveguide 1, the photoelectron chips 41, 42, and 43 or optical waveguide 1 may be equipped with auxiliary fixtures (pin etc.). The example adapting such an optical coupling machine can be developed to the example which carries out high-speed clock supply to each photoelectron chip, CPU, memory, etc.

[0058] (Example 6) Drawing 6 (a) and (b) show other examples which applied the optical coupling machine of this invention to the optical wiring circuit. By this approach, the optical waveguide 1 which guides light in parallel to a substrate 3 is combined and equipped with the optical waveguide unit 152 which consists of the core 46 which guides light perpendicularly to a substrate 3 beforehand, and a clad 45.

[0059] First, the optical waveguide 1 produced in drawing 4 on the substrate 3 and the same optical waveguide 1 are produced. It is as the above-mentioned example having described the core 2 of optical waveguide 1, and the ingredient of a clad 44. The hole of a form which is adjusted at the edge of the optical waveguide unit 152 which consists of a core 46 and a clad 45 is dug in the produced optical waveguide 1, and the optical waveguide unit 152 which consists of a core 46 and a clad 45 can join now

together easily in self-alignment. It is as the above-mentioned example having described the production approach of the above-mentioned hole.

[0060] Although the substrate with which electric wiring was given, a Si-LSI substrate, a glass substrate, etc. are used for a substrate 3, it is not what was restricted to this. The optical waveguide unit 152 which consists of a core 46 and a clad 45 is already inserted in the hole of optical waveguide 1. It is as the above-mentioned example having also described the core 46 of the optical waveguide unit 152, and the ingredient of a clad 45. It is as the above-mentioned example having described also whenever

[ production approach / of the inclination end faces 56 and 57 equipped with the micro mirror for optical-path conversion of the optical waveguide unit 152 /, and tilt-angle ].

[0061] Although the photoelectron chip 153 carries out alignment, and installs or is installed using the guide and attachment with which optical waveguide 1 was equipped beforehand on the optical waveguide unit 152, an approach is not what was restricted to this. The photoelectron chip 153 receives supply of power from the electric wiring formed on the electrode prepared on the substrate 3, or optical waveguide 1. Since light does not affect it mutually, the core 2 of optical waveguide 1 may be produced on the same flat surface, and may be produced on the multilayer flat surface.

[0062] Drawing 6 (b) is a B-B sectional view in drawing 6 (a), and in the package 54, Si-LSI48, the surface emission-type laser 150, the photodetector 151, etc. are loaded, and it has pasted up the optical device which performs carrier luminescence of a surface emission-type laser 150, a photodetector 151, etc. by the approach of a pewter, adhesives, etc. on Si-LSI48. However, the adhesion approach is not what was restricted to this.

[0063] It is as the above-mentioned example having described the optical devices 150 and 151 which perform carrier luminescence.

[0064] Although the optical device which performs carrier luminescence of the optical waveguide unit 152 which consists of a clad 45 and a core 46, a surface emission-type laser 150, a photodetector 151, etc. is optically connected by physical contact, optical elements, such as a lens, may be inserted between the optical waveguide unit 152 and the optical device. Moreover, this optical element may be prepared for whichever by the side of the photoelectron chip 153 and the optical waveguide unit 152.

[0065]

[Effect of the Invention] the optical waveguide which guides light in parallel to the optical device etc. and substrate which will accomplish an include angle and will carry out carrier (typical -- perpendicularly) luminescence to a substrate if a photoelectron chip with the optical coupling machine by this invention, an optical waveguide substrate, an optical waveguide unit, and optical waveguide is used as explained above -- association -- it is efficient, and is accurate simple repeatedly, and coupling can be carried out optically.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

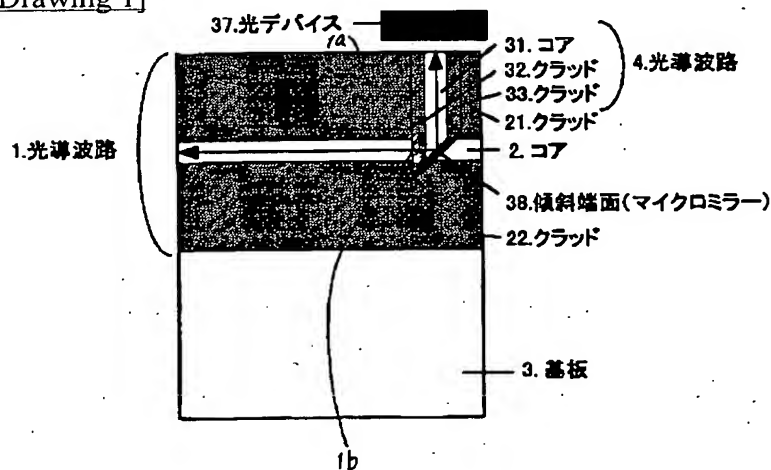
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

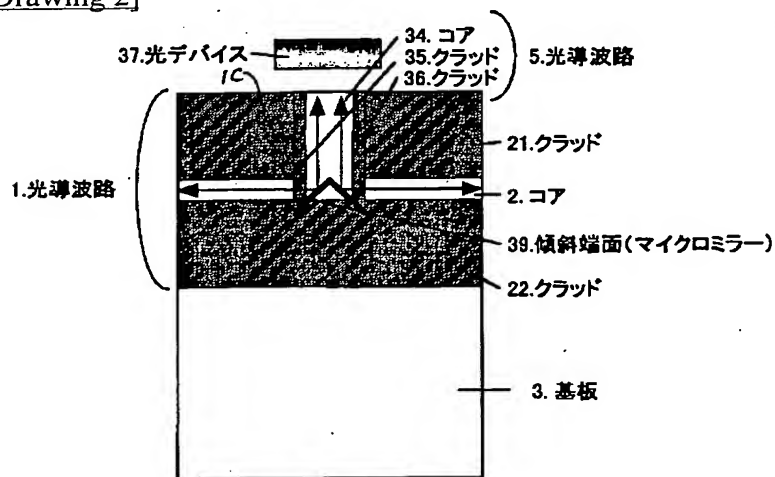
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

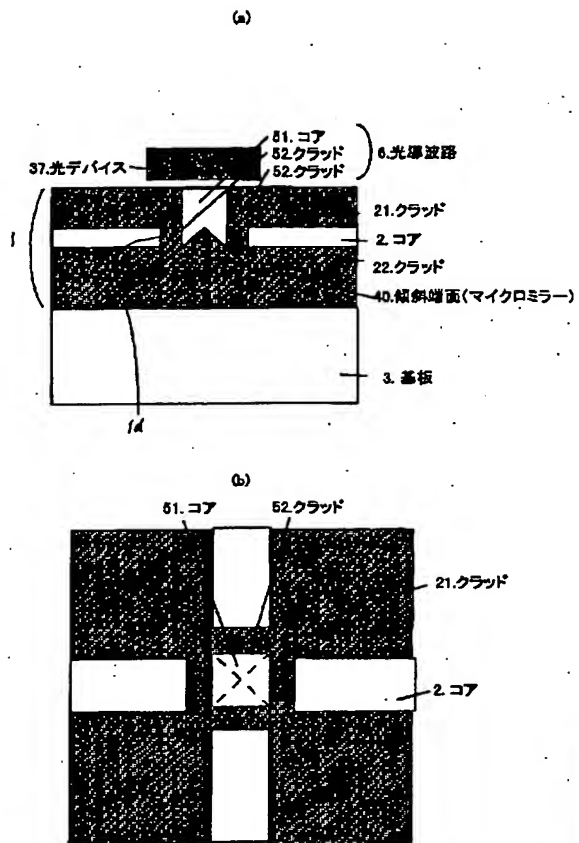
[Drawing 1]



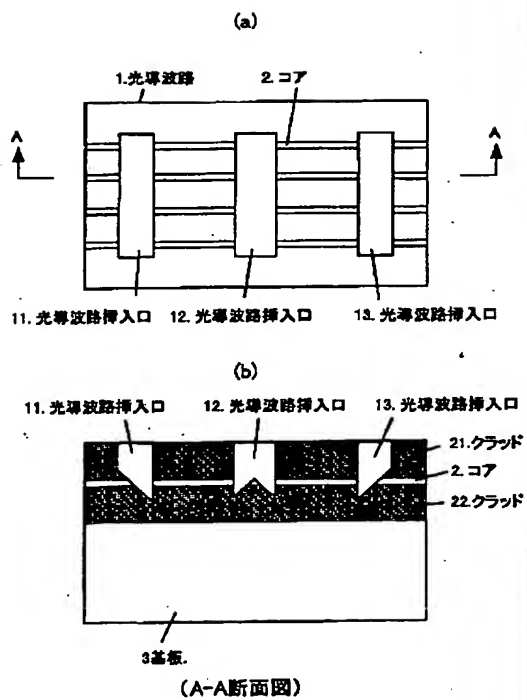
[Drawing 2]



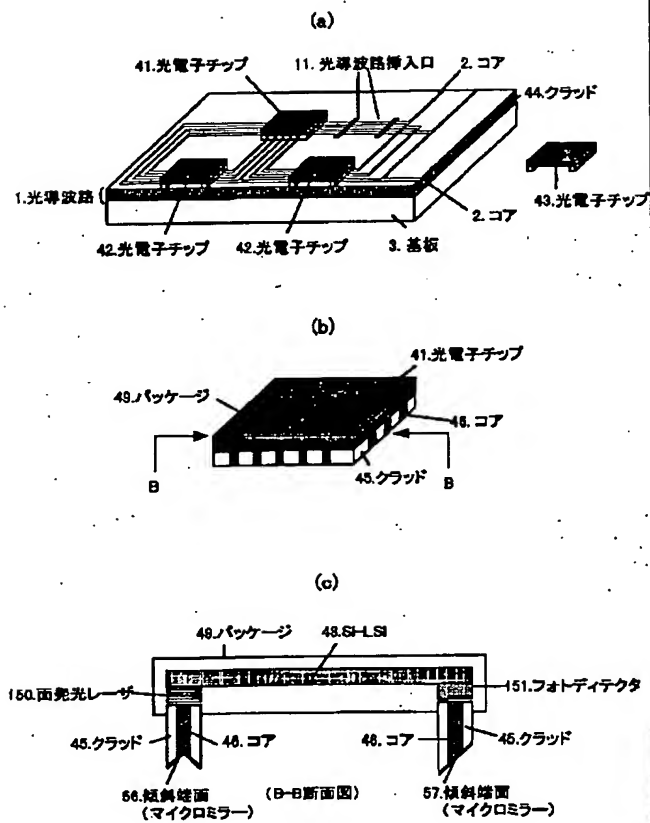
[Drawing 3]



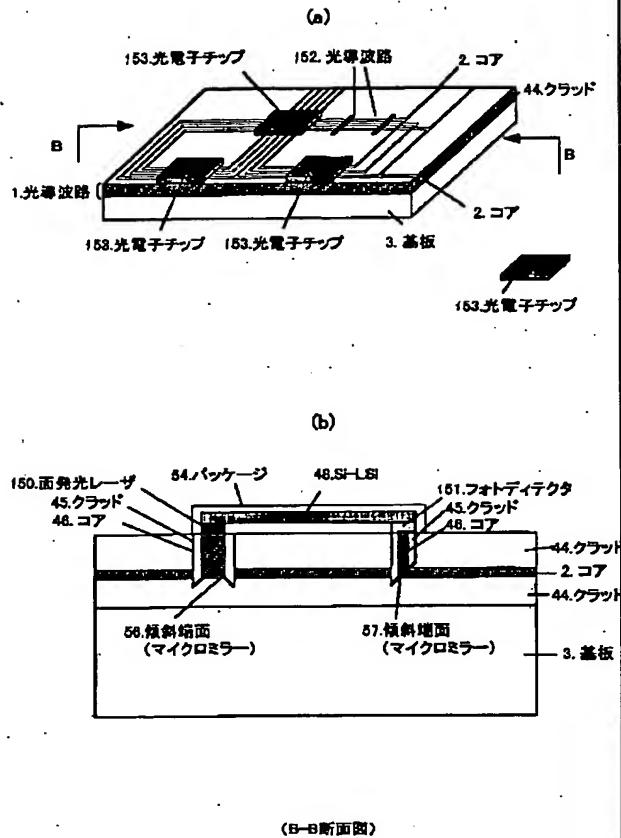
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]